



ATRIBUTOS QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DO SOLO AFETADOS PELA CONCENTRAÇÃO DE SAL NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

SANES, Fernanda San Martins¹; MORAES, Júlia Rodegheiro¹; CASTILHOS, Rosa Maria Vargas¹; SCIVITTARO, Walkyria Bueno²; CASTILHOS, Danilo Dufech¹, WOLLMANN, Jutiane¹

¹Deptº de Solos – FAEM/UFPEL, Campus Universitário s/n – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900.
²Embrapa Clima Temperado – Caixa Postal 403 – CEP 96001-970 fernandasanes@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Sul, na região litorânea, são comuns situações de prejuízos, decorrentes da salinização da água dos mananciais, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com a fase reprodutiva do arroz, quando ocorre menor precipitação pluviométrica baixando o nível dos rios e lagoas que abastecem as lavouras. Em conseqüência, tais mananciais passam a receber, direta ou indiretamente água salgada do oceano Atlântico. Em determinados anos, a água que chega às lavouras apresenta teores de cloreto variando entre 0,2% e 0,5% (MACHADO et al., 1997; 1999), classificando-a como água com grau de restrição ao uso alto a severo, segundo o Comitê de Consultores da Universidade da Califórnia (PIZARRO, 1985), o que, na prática, se reflete em severos prejuízos à produtividade do arroz, conforme observações da pesquisa e de produtores locais, podendo causar alterações nas características químicas e microbiológicas do solo.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da salinização da água de irrigação sobre atributos químicos e microbiológicos de um solo, após seu cultivo com arroz irrigado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em ambiente natural, em tanques de alvenaria medindo 2,10 x 1,35m de largura e 0,40 m de profundidade, preenchidos até a profundidade de 25 cm com amostra da camada arável (0-20cm) de um Planossolo háplico, com as seguintes características químicas: pH_(água): 4,6; 22 g dm⁻³ de M.O.; 5,3 mg dm⁻³ de P; 54 mg dm⁻³ de K; 1,8 cmol_c dm⁻³ de Al; 1,0 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,6 cmol_c dm⁻³ de Mg, CTC de 8,2 cmol_c dm⁻³ e saturação por bases de 52%. Os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio são interpretados, respectivamente, como baixo, médio e médio, conforme CQFS-RS/SC (2004).

Os tratamentos consistiram de concentrações de sal na água de irrigação: água natural (testemunha); solução 0,25% de cloreto de sódio (NaCl) e solução 0,5% de NaCl, arrançados em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Em cada tanque foram cultivados 12 genótipos de arroz em linhas de 1,35m de comprimento, espaçadas entre si em 17,5cm.

Antecedendo ao cultivo de arroz, efetuou-se a correção da acidez do solo para pH 5,5 e adubação em pré-semeadura com superfosfatotriplo (120 kg de P₂O₅/ha) e cloreto de potássio (120 kg K₂O/ha). A adubação nitrogenada (120kg/ha de N) foi feita em cobertura dividida em duas épocas, no início do perfilhamento (V4) e por ocasião da diferenciação da panícula (R1), segundo Counce, 2000. Até esta fase, a irrigação foi realizada com água natural. A partir de R1 até a maturidade, aplicaram-se os tratamentos de salinidade na água de irrigação, mantendo-se uma lâmina de 10 cm de espessura. O nível de sal nos tratamentos foi obtido com aplicação de cloreto de sódio comercial na água natural. Uma semana, três semanas e oito semanas após a aplicação dos tratamentos de sal avaliou-se a condutividade elétrica da água constituinte da lâmina de irrigação do arroz.

Após o cultivo do arroz, procedeu-se a amostragem do solo dos tanques para a determinação do carbono microbiano (Cmic), através do método da Irradiação-Extração descrito em Ferreira et al. (1999) e dos atributos químicos do solo: carbono orgânico (Corg), pH_(H2O), pH_(SMP), condutividade elétrica (CE), CTC_(pH 7,0), porcentagem de saturação por sódio no complexo de troca (PST), teores de cátions trocáveis (Na, K, Ca e Mg) e acidez total (H + Al) (TEDESCO et al., 1985).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias de tratamentos, pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de condutividade elétrica da água constituinte da lâmina de irrigação das parcelas experimentais cultivadas com arroz irrigado, em três épocas durante a fase reprodutiva da cultura. Nota-se, para o tratamento com utilização de menor concentração de sal (0,25% NaCl), estabilidade nos valores de condutividade elétrica ao longo de todo o período de avaliação. Por sua vez, no tratamento com utilização de solução 0,50% de NaCl, os valores decresceram acentuadamente ao longo do período de avaliação, provavelmente em decorrência da diluição proporcionada pelas chuvas ocorrentes durante o período de avaliação. No caso do tratamento com utilização da menor concentração de sal, isso não se verificou devido à maior frequência de reposição de água às parcelas, em razão do maior crescimento e, portanto, maior demanda evapotranspiratória das plantas de arroz.

Tabela 1. Condutividade elétrica da água constituinte da lâmina de irrigação de parcelas cultivadas com arroz, em três épocas de avaliação¹.

Tratamentos	Época 1	Época 2	Época 3
	----- dS m ⁻¹ -----		
Testemunha ²	0,30	0,28	0,37
0,25% NaCl	5,82	5,62	5,47
0,50% NaCl	11,41	9,55	6,64

¹Épocas de avaliação 1, 2 e 3: correspondentes, respectivamente, a uma, três e oito semanas após o início da aplicação dos tratamentos com sal no início da fase reprodutiva.

²Água natural utilizada na irrigação do arroz (tratamento testemunha) e no preparo das soluções salinas dos demais tratamentos.

Ambos os tratamentos de salinidade proporcionaram valores de condutividade elétrica na água de irrigação, considerados restritivos ao crescimento e a produtividade do arroz. Grattan et al. (2002) propuseram como limite inferior para a ocorrência de danos por salinidade em cultivares modernas de arroz irrigado no Vale de Sacramento, no estado da Califórnia (EUA), o valor de 1,9 dS m⁻¹ na água de irrigação, o qual é bem mais limitante que a referência internacional vigente até então para a cultura, de 3,0 dS m⁻¹ (MASS & HOFFMAN, 1977).

Baseado na análise de variância observou-se efeito da adição de sal na água de irrigação nos teores de sódio trocável no solo, pH_(H₂O), acidez total (H + Al), porcentagem de saturação por sódio (PST), na condutividade elétrica (CE) e no carbono orgânico do solo e carbono microbiano. Em relação aos cátions trocáveis K, Ca e Mg e à capacidade de troca de cátions (CTC) não houve efeito dos níveis de salinidade na água de irrigação (Tabela 2). O incremento de salinidade no meio provocou aumento nos teores de Na trocável em até 13 vezes e, conseqüentemente, da PST, como era esperado. Da mesma forma, Carmona et al. (2009), verificaram comportamento semelhante, em solo com aplicação de níveis crescentes de salinidade, embora com valores de Na trocável e PST menores. Essas diferenças podem ser explicadas pela lixiviação de cátions que ocorreu naquele experimento. Este experimento foi conduzido em sistema fechado (tanques de alvenaria) o que propiciou maior acúmulo dos cátions trocáveis, justificando também a não variação dos cátions K, Ca e Mg com o aumento dos níveis de salinidade na água de irrigação.

A condutividade elétrica no extrato de saturação do solo aumentou conforme o aumento do nível de salinidade na água de irrigação, demonstrando que a concentração de sais no solo para culturas irrigadas é afetada pela concentração salina da água de irrigação (Kelly, 1963). Resultados semelhantes foram reportados por Gurgel et al. (2003) na avaliação da evolução da salinidade no solo utilizando diferentes níveis de salinidade das águas no cultivo de melão irrigado.

Tabela 2. Efeito da concentração de sal na água de irrigação sobre os atributos do solo: cátions trocáveis, pH, acidez total (H + Al), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação da CTC por sódio (PST), condutividade elétrica (CE), carbono (C) orgânico e carbono microbiano, ao final do experimento. Médias de três repetições.

Atributos do solo	Tratamentos		
	Testemunha	0,25 % NaCl	0,50 % NaCl
Na trocável ⁽¹⁾ (mg.dm ⁻³)	56 c	361 b	740 a
K trocável ⁽¹⁾ (mg.dm ⁻³)	92 a	115 a	127 a
Ca trocável ⁽²⁾ (cmol _c .dm ⁻³)	2,73 a	2,6 a	2,3 a
Mg trocável ⁽²⁾ (cmol _c .dm ⁻³)	1,50 a	1,43 a	1,36 a
pH _{H₂O}	4,77 b	5,03 a	4,97 a
H + Al ⁽³⁾ (cmol _c .dm ⁻³)	4,82 a	3,32 b	3,58 b
CTC _{pH 7,0}	9,47 a	9,29 a	10,79 a
PST (%)	2,28 c	17,06 b	29,82 a
CE ⁽⁴⁾ (dSm ⁻¹)	0,12 c	3,20 b	6,55 a
C orgânico (%)	1,47 a	1,42 a	1,27 b
C microbiano (mg kg ⁻¹)	551,1 ab	727,1 a	351,9 b

⁽¹⁾extrator Mehlich ⁻¹. ⁽²⁾extrator KCl 1,0 mol.L⁻¹. ⁽³⁾ estimado pelo índice SMP, conforme (CQFS, 2004). ⁽⁴⁾ no extrato de saturação na relação 1:5. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

Em relação aos efeitos da salinização da água de irrigação no carbono do solo e carbono da microbiota, pode-se verificar que o incremento na concentração de NaCl diminuiu significativamente estes atributos, chegando a 50% no caso do carbono microbiano, o que pode ser justificado, pelo ao fato de que o estresse osmótico sofrido pelos microorganismos causa a lise das células diminuindo a população microbiana do solo. Isto foi verificado também, por Wichern et.al. (2006), em estudos sobre o impacto da salinidade sobre comunidades microbianas do solo.

4. CONCLUSÕES

Nas condições deste experimento conclui-se que o aumento da salinidade na água de irrigação aumenta, no solo, os teores de Na trocável, a porcentagem de saturação por sódio e a condutividade elétrica do extrato de saturação e diminui os teores de carbono orgânico e carbono microbiano do solo.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.
A CAPES pela bolsa de mestrado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J.; HOLZSCHUH, M.J.; FRAGA, T.I. Estabelecimento do arroz e absorção de cátions em função do manejo da adubação potássica e do nível de salinidade no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 33: 371-383, 2009.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Porto Alegre: SBCS-NRS/EMBRAPA-CNPT, 2004, 400 p.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, v. 40, p. 436-443, 2000.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O. & VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:991-996, 1999.
- GRATTAN, S. R.; ZENG, L.; SHANNON, M. C.; ROBERTS, S. R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. *California Agriculture*, v. 56, p. 189-195, 2002.
- GURGEL, M.T.; MEDEIROS, J.F.; NOBRE, R.G.; NETO, F.C.; SILVA, F.V. Evolução da salinidade no solo sob cultivo de melão irrigado com águas de diferentes salinidades. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.3, n^o2, p. 2003.
- KELLEY, W.P. Use of saline irrigation water. *Soil Science*, Baltimor, v.95, p.385-391, 1963.
- MASS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance – current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, New York, v. 103, p. 115-134, 1977.
- MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R. R. Melhoramento do arroz irrigado na EMBRAPA-CPACT: 8. Tolerância de genótipos à salinidade do solo - safras 1995/96 e 1996/97. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camburiú, SC. Anais... Itajaí: EPAGRI, 1997. p. 66-69.
- MACHADO, M. O.; TERRES, A. L.; FAGUNDES, P. R. R. Melhoramento genético do arroz irrigado na Embrapa Clima Temperado: 8. Tolerância de genótipos à salinidade da água de

irrigação, do início da diferenciação da panícula à maturidade - safras 1997/98 e 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas, RS. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 103-106.

PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. Madrid: *Agrícola Española*, 1985. 528p.

WICHERN, J.; WICHERN, F.; JOERGENSEN, R.G. Impact of salinity on soil microbial communities and the decomposition of maize in acidic soils. *Geoderma*, v.137, p.100-108, 2006.

TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C. & BISSANI, C. A. *Análise de solo, planta e outros materiais*. Porto Alegre. UFRGS. 1995.